

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Juli 2001 (12.07.2001)

PCT

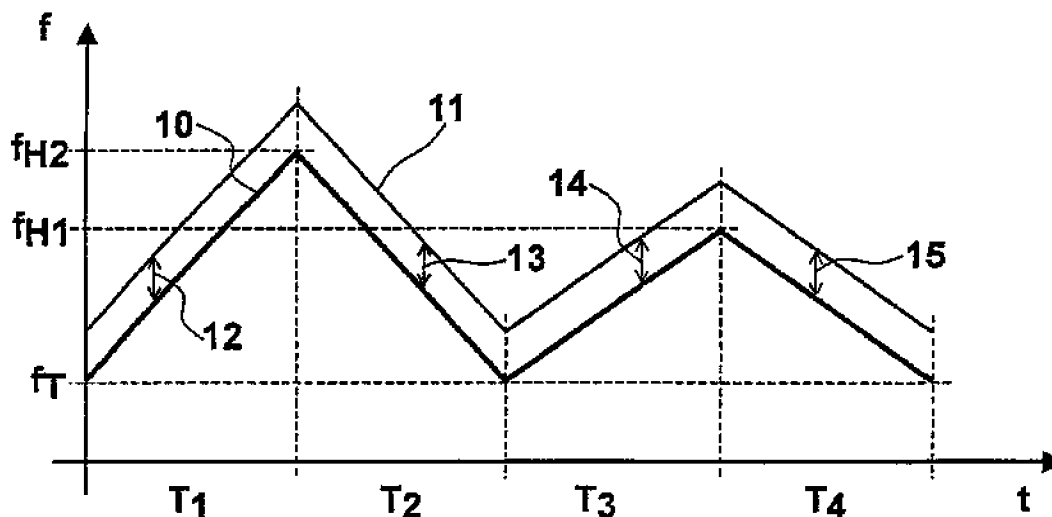
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/50152 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01S 13/93, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
13/95 US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04022
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2000 (14.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
199 63 625.7 29. Dezember 1999 (29.12.1999) DE
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WINTER, Klaus
[DE/DE]; Richard-Wagner-Strasse 17/1, 71701
Schwieberdingen (DE). MARCHTHALER, Reiner
[DE/DE]; Kastanienweg 13, 73333 Gingen (DE). LAUX-
MANN, Ralph [DE/DE]; Theodor-Storm-Strasse 25,
70825 Kornthal-Münchingen (DE). IRION, Albrecht
[DE/DE]; Schaedleweg 2, 70563 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MEASURING THE DISTANCE AND SPEED OF OBJECTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR MESSUNG DES ABSTANDS UND DER GESCHWINDIGKEIT VON OBJEKTEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for measuring the distance and speed of objects by using electromagnetic waves in a motor vehicle radar system. According to the method, electromagnetic waves are emitted and simultaneously received. The emitted electromagnetic waves are modulated in a ramped manner. At least the signals, which are received during a rise and fall in the frequency of the emitted signal, are mixed with each emitted signal thus resulting in the formation of a number of intermediate frequency signals. The distance and speed of the object are calculated by using the intermediate frequency signals. A meteorological condition in the surrounding area of the vehicle and/or a malfunctioning of the motor vehicle radar system is determined using characteristic intermediate frequency signals.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Messung des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten mit Hilfe elektromagnetischer Wellen bei einem Kraftfahrzeug-Radarsystem, wobei elektromagnetische Wellen ausgesendet und gleichzeitig empfangen werden, wobei die ausgesendeten elektromagnetischen Wellen rampenförmig moduliert werden, wobei wenigstens die während eines Anstiegs und eines Abfalls der Frequenz des ausgesendeten Signals empfangenen Signale mit dem jeweils ausgesendeten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/50152 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

5

10 Verfahren zur Messung des Abstands und der Geschwindigkeit
 von Objekten

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung
des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten nach dem
15 Oberbegriff des Hauptanspruchs. Solche Verfahren zur Messung
des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten werden
beispielsweise im Rahmen einer automatischen Geschwindig-
keitsregelung eines Fahrzeugs zur Detektion vorausfahrender
Fahrzeuge eingesetzt. Ein gattungsgemäßes System wird auch
20 als Adaptive Cruise Control (ACC) bezeichnet.

Stand der Technik

Zur Abstandsmessung mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen
25 (Radar) sind verschiedene Verfahren bekanntgeworden. Bei dem
sogenannten FMCW-Radar werden kontinuierlich elektromagne-
tische Wellen ausgesendet, deren Frequenz zwischen zwei
Werten im wesentlichen rampenförmig moduliert wird. Bei den
bekannten Verfahren dieser Art werden die empfangenen
30 reflektierten Wellen mit den gleichzeitig ausgesendeten
Wellen gemischt. Während der Frequenzänderung, also während
der Rampe des Modulationssignals, kann aus der durch
einfache Mischung gewonnenen Zwischenfrequenz in einfacher
Weise auf die Laufzeit und damit auf den Abstand des Objekts
35 geschlossen werden.

Bewegt sich das reflektierende Objekt relativ zum Ort der Messung, erfährt das reflektierte Signal eine Dopplerverschiebung. Dies wird bei einem durch DE 40 40 572 A1 bekannten Verfahren zur Messung des Abstandes und der Geschwindigkeit dadurch ausgenutzt, daß der Frequenzunterschied während eines Anstiegs und während eines Abfalls der Frequenz der ausgesendeten Wellen gemessen und daß die Geschwindigkeiten aus der Differenz der Frequenzunterschiede und der Abstand aus dem Mittelwert der Frequenzunterschiede berechnet werden. Bei einem Ausführungsbeispiel dieses bekannten Verfahrens wird die von einem Objekt reflektierte Welle bzw. das daraus abgeleitete Zwischenfrequenzsignal ausgewertet.

Aus der DE 42 42 700 A1 ist ein Verfahren zur Messung des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten bekannt, das die durch Mischung der ausgesendeten und empfangenen Signale entstandenen Zwischenfrequenzsignale spektral analysiert und aus der Frequenz von Spektrallinien Abstand und Geschwindigkeit mindestens eines Objekts berechnet.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Messung des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten wird gegenüber dem Stand der Technik dadurch weitergebildet, daß bei einem Verfahren zur Messung des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten mit Hilfe elektromagnetischer Wellen bei einem Kraftfahrzeug-Radarsystem, wobei elektromagnetische Wellen ausgesendet und gleichzeitig empfangen werden, wobei die ausgesendeten elektromagnetischen Wellen rampenförmig moduliert werden, wobei wenigstens die während eines Anstiegs und eines Abfalls der Frequenz des ausgesendeten Signals empfangenen Signale mit dem jeweils ausgesendeten Signal gemischt werden, wobei mehrere Zwischenfrequenzsignale gebildet werden und wobei mit Hilfe der Zwischenfrequenzsignale der Abstand und die Geschwindigkeit des Objekts

berechnet werden, anhand charakteristischer Zwischenfrequenzsignale ein Witterungszustand in der Umgebung des Kraftfahrzeugs und/oder eine Störung des Kraftfahrzeug-Radarsystems bestimmt wird.

5

Durch diese erfindungsgemäße Weiterbildung eines aus dem Stand der Technik bekannten Verfahrens kann auf einfache und zuverlässige Weise eine Aussage über die Umgebungsbedingungen und den Betriebszustand des Kraftfahrzeug-Radarsystems gemacht werden. Insbesondere kann zwischen den Witterungszuständen Trockenheit und Schlechtwetter unterschieden werden, sowie eine Verschmutzung einer Abdeckung des Kraftfahrzeug-Radarsystems bestimmt werden. Die charakteristischen Zwischenfrequenzsignale werden erfindungsgemäß dadurch bestimmt, daß die Zwischenfrequenzsignale zueinander ungefähr die gleiche Größe aufweisen.

10
15

Die bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß anhand des bestimmten Witterungszustandes und/oder der Störung eine Bestimmung der aktuellen Reichweite und/oder eine aktuelle Systemperformance des Kraftfahrzeug-Radarsystems durchgeführt wird. Hierzu wird vorteilhafterweise in einem Speicher des Kraftfahrzeug-Radarsystems ein Kennfeld zur Bestimmung der aktuellen Reichweite und/oder der aktuellen Systemperformance abgelegt, das wenigstens charakteristische Zwischenfrequenzsignale enthält. Aufgrund der bestimmten Systemperformance wird vorteilhafterweise eine Geschwindigkeitsempfehlung an der Fahrer des Kraftfahrzeugs signalisiert, damit dieser seine Geschwindigkeit an die äußeren Umgebungsbedingungen anpassen kann.

20
25
30

Radarsignale werden durch Regen nur unwesentlich gedämpft und Schneefall führt zu einer Reichweiteneinbuße, die von der Dichte des Schneefalls und der Schneeform abhängt. In

35

beiden Fällen werden Radarreflexionen erzeugt, die charakteristisch für die Wetterverhältnisse sind und deren Amplitude ein Maß für die verfügbare Radar-Reichweite ist. Durch die Regentropfen oder Schneeflocken wird ein Teil der ausgesendeten elektromagnetischen Wellen gestreut und gelangt zurück in den Empfänger. Dort werden diese Streuechos erfindungsgemäß detektiert und ausgewertet. Regen- bzw. Schneereflexe weisen insbesondere die charakteristischen Eigenschaften auf, daß sie in extrem geringem Abstand unmittelbar vor dem Fahrzeug entstehen und näherungsweise mit einer Relativgeschwindigkeit gemessen werden, die der Fahrzeugeigengeschwindigkeit entspricht (nahezu stehende Objekte).

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Messung des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten anhand einer Zeichnung erläutert.

Figur 1 zeigt den zeitlichen Verlauf der Frequenz eines ausgesendeten Signals 10 und eines empfangenen Signals 11 eines nach dem FMCW-Verfahren arbeitenden Kraftfahrzeug-Radarsystems. In dem dargestellten Koordinatensystem ist auf der waagerechten die Zeit t und auf der Senkrechten die Frequenz f aufgetragen. Das empfangene Signal 11 stellt die von einem Objekt reflektierte elektromagnetische Welle dar.

In einem (bei diesem Ausführungsbeispiel vier Rampen umfassenden) Meßzyklus steigt die Frequenz des ausgesendeten Signals 10 während einer ersten Rampe (Dauer T_1) an, fällt während einer zweiten Rampe (Dauer T_2) wieder ab und steigt während einer dritten Rampe (Dauer T_3) wieder an, um während einer vierten Rampe (Dauer T_4) wieder abzufallen. Während der beiden letzten Rampen steigt bzw. fällt die Frequenz mit

einer Änderungsgeschwindigkeit, die kleiner ist, als die während der ersten beiden Rampen. Die Wahl der entsprechenden Änderungsgeschwindigkeit, bzw. der Rampensteigung wird vorteilhaft so gewählt, daß der Einfluß des Dopplereffekts kleiner als der Einfluß der Laufzeit ist. Darüber hinaus beeinflusst die Steigung der Rampen die Auflösung derart, daß bei einer relativ geringen Rampensteigung durch den größeren Einfluß des Dopplereffekts eine Größere Auflösung der Geschwindigkeit gegeben ist, während bei steileren Rampen der Dopplereffekt einen geringeren Einfluß hat und dadurch eine leichtere Identifizierung eines Objekts durch seinen Abstand möglich ist. Durch den in diesem Ausführungsbeispiel vorgenommenen Wechsel der Rampensteigung kann sowohl die Geschwindigkeit als auch der Abstand eines detektierten Zielobjekts mit guter Auflösung ermittelt werden.

Der Verlauf der Frequenz des ausgesendeten Signals 10 steigt jeweils von einer Trägerfrequenz f_T um einen ersten oder einen zweiten Frequenzhub f_{H1}/f_{H2} an, um dann wieder auf die Trägerfrequenz f_T abzufallen. Die Rampendauer T (in diesem Ausführungsbeispiel ist $T_1=T_2=T_3=T_4=T$ gewählt, was keine Einschränkung der Erfindung bedeutet) beträgt bei den im Straßenverkehr zu messenden Abständen und Geschwindigkeiten vorzugsweise etwa 1 ms.

Frequenzerhöhungen 12, 13, 14 und 15 ergeben sich durch den Dopplereffekt derart, daß die Frequenz des empfangenen Signals bei Objekten, welche sich relativ in Richtung auf den Ort der Messung (das eigene mit dem Radarsystem ausgestattete Kraftfahrzeug) bewegen, erhöht und bei sich entfernenden Objekten verringert wird. Erkennbar ist die Detektion eines solchen Objektes in den Verläufen nach Figur 1 daran, daß der Verlauf des empfangenen Signals 11 ein höheres Maximum als der Verlauf des gesendeten Signals 10 aufweist. Die Frequenzerhöhungen 12, 13, 14 und 15 aufgrund des Doppler-

effekts ergeben sich allgemein zu $f_D = 2 \cdot f_T \cdot v_r / c$, wobei v_r die (vorzeichenbehaftete) Relativgeschwindigkeit zwischen dem eigenen Kraftfahrzeug und dem detektierten Objekt und c die Lichtgeschwindigkeit ist. Hierbei können im allgemeinen die Frequenzerhöhungen 12, 13, 14 und 15 aufgrund des Dopplereffekts in jeder Rampe eine unterschiedliche Höhe aufweisen, je nachdem, ob das selbe oder ein anderes Objekt detektiert worden ist. Bei konstanter Trägerfrequenz f_T ist die Frequenzerhöhung 12, 13, 14 und 15 aufgrund des Dopplereffekts f_D somit proportional zur Relativgeschwindigkeit v_r . Für den Spezialfall, daß ein stehendes Objekt (beispielsweise am Straßenrand) detektiert wird, entspricht die Relativgeschwindigkeit v_r der Eigengeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs v_e . Erfindungsgemäß wird diese Beziehung ausgenutzt, um detektierte Regentropfen, Nebel, Hagel oder Schnee unter anderem daran zu erkennen, daß die Relativgeschwindigkeit v_r des detektierten Objekts in etwa der Eigengeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs v_e entspricht:

$$v_r \approx v_e.$$

Eine zusätzliche Verschiebung des Verlaufs der Frequenz des empfangenen Signals 11 gegenüber dem Verlauf der Frequenz des ausgesendeten Signals 10 würde sich durch die Signallaufzeit der elektromagnetischen Welle ergeben. Der Verlauf der Frequenz des empfangenen Signals 11 wäre um die Laufzeit $t_L = 2 \cdot d / c$ verschoben, wobei d die Entfernung des Reflexionsobjektes ist. Die Frequenz des ausgesendeten Signals 10 würde sich während dieser Laufzeit t_L um den Wert $\Delta f = (f_H / T) \cdot t_L = 2 \cdot d \cdot f_H / (T \cdot c)$ erhöhen. Hierbei stellt f_H / T die Anstiegsgeschwindigkeit der Frequenz dar. In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist der Sonderfall dargestellt, in dem die Laufzeit t_L ungefähr 0 ist. Eine solche Laufzeit ergibt sich bei Zielobjekten bzw. Reflexionsobjekten, die sich unmittelbar vor dem Kraftfahrzeug-Radarsystem befinden. Erfindungsgemäß wird diese Beziehung ausgenutzt, um detek-

tierte Regentropfen, Nebel, Hagel oder Schnee unter anderem daran zu erkennen, daß der Abstand d des detektierten Objekts in etwa 0 ist. Hier gilt: Entfernung des Reflexionsobjektes $d \approx 0$. Bei dieser Vereinfachung wird davon ausgegangen, daß sich bei Regen, Nebel, Hagel oder Schnee immer Reflexionsobjekte unmittelbar vor dem Kraftfahrzeug-Radarsystem befinden.

Im allgemeinen ergibt sich somit der aktuelle Frequenzwert des empfangenen Signals aus der Summe der Frequenzerhöhungen aufgrund des Dopplereffekts und aufgrund der Signallaufzeit der elektromagnetischen Welle. Damit ist die Frequenzerhöhung im allgemeinen von der Entfernung des Reflexionsobjektes d und der Relativgeschwindigkeit v_r des Reflexionsobjektes abhängig. Werden bei der Auswertung wenigstens die Abhängigkeiten während zweier Frequenzrampen ausgenutzt, so stehen wenigstens zwei Gleichungen für die Bestimmung der beiden Unbekannten d und v_r zur Verfügung. In der praktischen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die empfangenen Signale 11 mit den ausgesendeten Signalen 10 gemischt, so daß sich Zwischenfrequenzsignale ergeben, die auch die Frequenzerhöhungen 12, 13, 14 und 15 enthalten. Eine Nachbearbeitung der Zwischenfrequenzen, insbesondere eine Spektralanalyse, kann sich anschließen. Die Spektralanalyse kann beispielsweise durch Abtastung, Digitalisierung und anschließende Fourier-Transformation geschehen.

Für den Spezialfall, daß als Reflexionsobjekte Regen, Nebel, Hagel oder Schnee detektiert werden und unter Berücksichtigung der Näherungen $d \approx 0$ und $v_r \approx v_e$ ergeben sich die Frequenzerhöhungen 12, 13, 14 und 15 zu:

$$f_{D12} = f_{D13} = f_{D14} = f_{D15} = 2 \cdot f_T \cdot v_e / c$$

Es entstehen somit in allen Modulationsrampen unabhängig vom Modulationshub dieselben Frequenzerhöhungen, während „normale“ Zielobjekte (beispielsweise andere Kraftfahrzeuge)

Frequenzerhöhungen aufweisen, die vom Modulationshub abhängig sind. Die entsprechende Frequenzumgebung kann durch ein geeignetes Filter in allen Modulationsrampen auf schwache Detektionen überprüft werden. Durch die Korrelation der erhaltenen Frequenzerhöhungen über alle Rampen mehrerer Messungen kann die Detektion abgesichert werden. Die Amplitude der Detektion ist ein Maß für die atmosphärische Streuung der Radarstrahlen bzw. ein Maß für die Dichte des Regens oder des Schnees.

Die Beziehung bzw. die charakteristischen Zwischenfrequenzsignale, werden erfindungsgemäß ausgenutzt, um aufgrund der Analyse der Frequenzerhöhungen 12, 13, 14 und 15 den Witterungszustand „Schlechtwetter“ in der Umgebung des Kraftfahrzeugs zu bestimmen. Der Witterungszustand „Trockenheit“ ergibt sich für die Fälle, in denen obige Beziehung nicht erfüllt ist.

Reflexionsobjekte, die sich unmittelbar auf dem Kraftfahrzeug-Radarsystem befinden, zum Beispiel eine Dreckverunreinigung auf einer Abdeckung des Systems, zeichnen sich erfindungsgemäß dadurch aus, daß die Entfernung des Reflexionsobjektes $d \approx 0$ ist und daß die Relativgeschwindigkeit v_r des detektierten Objekts $v_r \approx 0$ ist. Mit anderen Worten: Wenn sich ein Verlauf der Frequenz des empfangenen Signals 11 ergibt der mit dem Verlauf der Frequenz des ausgesendeten Signals 10 übereinstimmt, kann auf eine Störung durch Verschmutzung oder allgemein auf eine „Abdeckung“ des Kraftfahrzeug-Radarsystems geschlossen werden. Hierbei sind die charakteristischen Zwischenfrequenzsignale praktisch 0:

$$f_{D12} = f_{D13} = f_{D14} = f_{D15} = 0$$

Es wird erfindungsgemäß also insgesamt anhand der charakteristischen Zwischenfrequenzsignale ($f_{D12} = f_{D13} = f_{D14} = f_{D15}$) ein Witterungszustand in der Umgebung des Kraftfahrzeugs

und/oder eine Störung des Kraftfahrzeug-Radarsystems bestimmt.

5 Die Häufigkeit bzw. die Anzahl der detektierten Regen-/Nebel-/Schnee- oder Hageltropfen läßt somit einen Rückschluß auf die aktuelle Reichweite und/oder eine aktuelle Systemperformance des Kraftfahrzeug-Radarsystems zu. Hierzu kann beispielsweise in einem Speicher des Kraftfahrzeug-Radarsystems ein Kennfeld zur Bestimmung der aktuellen
10 Reichweite und/oder der aktuellen Systemperformance abgelegt ist, das wenigstens charakteristische Zwischenfrequenzsignale ($f_{D12} = f_{D13} = f_{D14} = f_{D15}$) und entsprechend zugeordnete Reichweiten- und/oder Systemperformancewerte enthält. Aufgrund der bestimmten Reichweite bzw. der bestimmten
15 Systemperformance kann eine Geschwindigkeitsempfehlung an der Fahrer des Kraftfahrzeugs signalisiert werden.

25.09.00 Wj

5

10. Ansprüche

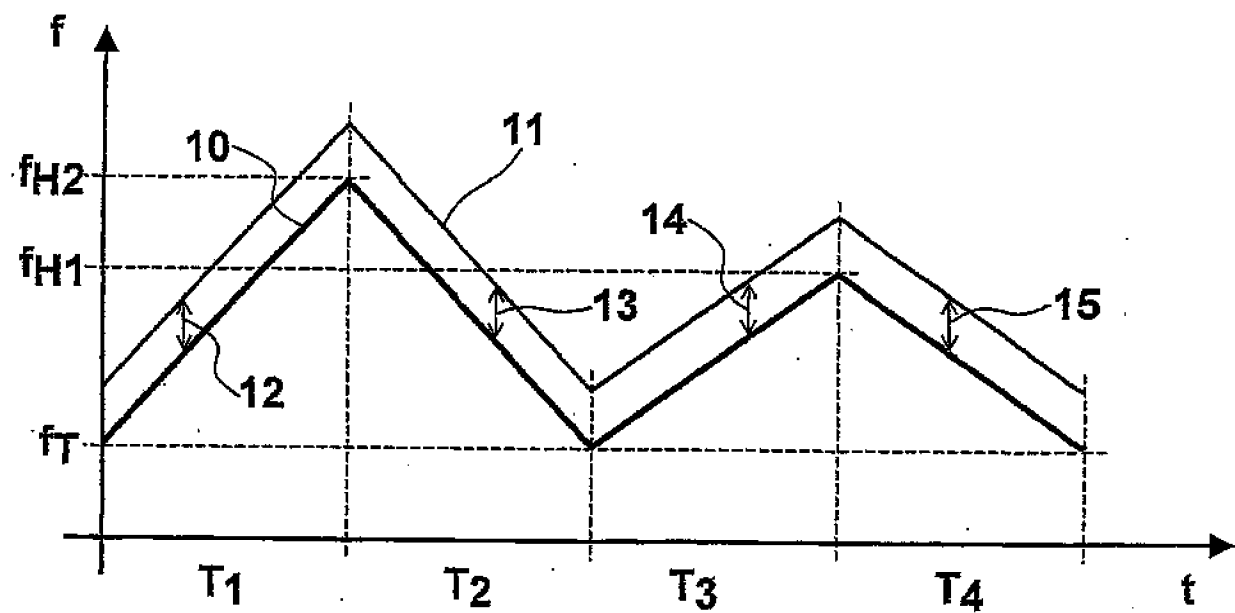
1. Verfahren zur Messung des Abstands und der Geschwindigkeit von Objekten mit Hilfe elektromagnetischer Wellen bei einem Kraftfahrzeug-Radarsystem, wobei elektromagnetische Wellen ausgesendet und gleichzeitig empfangen werden, wobei die ausgesendeten elektromagnetischen Wellen rampenförmig moduliert werden, wobei wenigstens die während eines Anstiegs und eines Abfalls der Frequenz des ausgesendeten Signals empfangenen Signale mit dem jeweils ausgesendeten Signal gemischt werden, wobei mehrere Zwischenfrequenzsignale gebildet werden und wobei mit Hilfe der Zwischenfrequenzsignale der Abstand und die Geschwindigkeit des Objekts berechnet werden, dadurch gekennzeichnet, daß anhand charakteristischer Zwischenfrequenzsignale ein Witterungszustand in der Umgebung des Kraftfahrzeugs und/oder eine Störung des Kraftfahrzeug-Radarsystems bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die charakteristischen Zwischenfrequenzsignale dadurch bestimmt werden, daß die Zwischenfrequenzsignale zueinander ungefähr die gleiche Größe aufweisen.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Witterungszustand Trockenheit oder Schlechtwetter erkannt wird.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Störung des Kraftfahrzeug-Radarsystems eine Verschmutzung einer Abdeckung des Kraftfahrzeug-Radarsystems bestimmt wird.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anhand des bestimmten Witterungszustandes und/oder der Störung eine Bestimmung der aktuellen Reichweite und/oder eine aktuelle Systemperformance des Kraftfahrzeug-Radarsystems durchgeführt wird.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Speicher des Kraftfahrzeug-Radarsystems ein Kennfeld zur Bestimmung der aktuellen Reichweite und/oder der aktuellen Systemperformance abgelegt ist,
20 das wenigstens charakteristische Zwischenfrequenzsignale enthält.
- 25 7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund der bestimmten Systemperformance eine Geschwindigkeitsempfehlung an der Fahrer des Kraftfahrzeugs signalisiert wird.

1/1

Figur 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In ☐ national Application No

PCT/DE 00/04022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01S13/93 G01S13/95

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10 048333 A (HINO MOTORS LTD) 20 February 1998 (1998-02-20) paragraphs '0004!', '0007!', '0015!	1,5,6
A	DE 198 32 800 A (DENSO CORP) 25 February 1999 (1999-02-25) the whole document	1,6
A	US 5 929 802 A (RUSSELL MARK E ET AL) 27 July 1999 (1999-07-27) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 March 2001

Date of mailing of the international search report

08/03/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2260 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zaccà, F

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10048333 A	20-02-1998	NONE	
DE 19832800 A	25-02-1999	JP 11094946 A US 6147637 A	09-04-1999 14-11-2000
US 5929802 A	27-07-1999	AU 1463699 A EP 1032847 A WO 9927385 A US 6107956 A	15-06-1999 06-09-2000 03-06-1999 22-08-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01S13/93 G01S13/95

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 10 048333 A (HINO MOTORS LTD) 20. Februar 1998 (1998-02-20) Absätze '0004!', '0007!', '0015!' -----	1,5,6
A	DE 198 32 800 A (DENSO CORP) 25. Februar 1999 (1999-02-25) das ganze Dokument -----	1,6
A	US 5 929 802 A (RUSSELL MARK E ET AL) 27. Juli 1999 (1999-07-27) das ganze Dokument -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. März 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/03/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zaccà, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 10048333	A	20-02-1998	KEINE		
DE 19832800	A	25-02-1999	JP 11094946	A	09-04-1999
			US 6147637	A	14-11-2000
US 5929802	A	27-07-1999	AU 1463699	A	15-06-1999
			EP 1032847	A	06-09-2000
			WO 9927385	A	03-06-1999
			US 6107956	A	22-08-2000